



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH POČÍTAČOVÉ SÍTĚ SPOLEČNOSTI

DESIGN OF A COMPANY COMPUTER NETWORK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL BÍLEK

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. VIKTOR ONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Bílek Pavel

Manažerská informatika (6209R021)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

Návrh počítačové sítě společnosti

v anglickém jazyce:

Design of a Company Computer Network

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Analýza současného stavu

Teoretická východiska řešení

Návrh řešení

Zhodnocení a závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

DOSTÁLEK, L. a A. KABELOVÁ. Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS. 5. aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2008. ISBN: 978-80-251-2236-5.

HORÁK, J. Malá počítačová síť doma a ve firmě: podrobný průvodce začínajícího uživatele. 1. vydání. Praha: Grada, 2003. 183 s. ISBN 80-247-0582-6.

HORÁK, J. a M. KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 5. aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2011. 304 s. ISBN 978-80-251-3176-3.

PUŽMANOVÁ, R. Moderní komunikační sítě od A do Z. 2. aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2006. 430 s. ISBN 80-251-1278-0.

TRULOVE, J. Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení. 1. vydání. Praha: Grada, 2009. 384 s. ISBN 978-80-247-2098-2.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

L.S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
Ředitel ústavu

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
Děkan fakulty

V Brně, dne 27.05.2013

Abstrakt

Tato bakalářská práce pojednává o problematice počítačových sítí. Konkrétně se pak zabývá analýzou a návrhem počítačové sítě pro novostavbu, ve které je potřeba provést kompletní rozvod a optimalizaci počítačové sítě nutné pro budoucí fungování společnosti.

Abstract

This bachelor's thesis deals with the problems of computer networks. Specifically, it deals with the analysis and design of computer network for new building, which is necessary to make a complete distribution and optimization network necessary for the future operation of the company.

Klíčová slova

sítě LAN, strukturovaná kabeláž, přenosová média, vrstvy sítě, počítačová síť, přenos informací

Key words

LAN network, structured cabling, transmission media, network layers, computer network, transfer of information

Bibliografická citace

BÍLEK, P. *Návrh počítačové sítě společnosti*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2013. 54 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Viktor Ondrák, Ph. D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 31. května 2013

.....

Pavel Bílek

Poděkování

Tímto děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D. a panu Ing. Vilému Jordánovi za jejich cenné rady, připomínky, inspirativní vedení a pomoc při tvorbě bakalářské práce. Také děkuji pracovníkům společnosti JMC Trading, s. r. o., kteří mi poskytli důležité materiály a cenné informace.

Obsah

Úvod.....	10
Cíle a metodika práce	11
1. Analýza současného stavu.....	12
1.1 Představení společnosti	12
1.2 Informace o budově	13
1.2.1 Umístění budovy	13
1.2.2 Provoz budovy	13
1.2.3 Popis jednotlivých částí budovy	14
1.3 Analýza hardware	18
1.4 Analýza software.....	18
1.5 Požadavky investora	19
1.6 Shrnutí.....	20
2. Teoretická východiska řešení	21
2.1 Topologie sítí	21
2.1.1 Fyzická topologie sítí	21
2.1.2 Logická topologie sítí	22
2.2 Typy počítačových sítí dle rozsahu.....	22
2.3 Referenční model ISO/OSI	23
2.3.1 Vrstvy modelu	24
2.4 Architektura TCP/IP	24
2.4.1 Vrstva síťového rozhraní	25
2.5 Ethernet	25
2.6 Přenosová média	26
2.6.1 Metalická kabeláž	26
2.6.2 Optická kabeláž	28
2.7 Univerzální kabeláž.....	30
2.7.1 Páteřní sekce	31
2.7.2 Horizontální sekce	31
2.7.3 Pracovní sekce	31
2.7.4 Telekomunikační místnost - TC	31

2.7.5	Prvky kabelážního systému	32
2.7.6	Normy	36
3.	Návrh řešení	37
3.1	Určení počtu přípojných míst.....	37
3.2	Výběr technologie přenosu	38
3.3	Návrh komponent podle kategorie	38
3.3.1	Kabeláž horizontální sekce	38
3.3.2	Kabeláž pracovní sekce	38
3.4	Prvky vedení kabeláže	39
3.4.1	Vedení ve zdech	39
3.4.2	Parapetní žlaby	40
3.5	Spojovací prvky kabeláže	40
3.5.1	Konektory	40
3.5.2	Datové zásuvky	40
3.5.3	Patch panely.....	41
3.6	Prvky organizace kabeláže.....	41
3.7	Uzemnění	42
3.8	Připojení objektu k vnější datové síti.....	42
3.9	Telekomunikační místnost	42
3.10	Značení kabeláže.....	43
3.11	Návrh tras horizontální sekce.....	44
3.11.1	Popis tras v jednotlivých podlažích.....	44
3.12	Základní požadavky na realizaci	45
3.13	Ekonomické zhodnocení	46
	Závěr	48
	Seznam použitých zdrojů.....	49
	Seznam zkratk	51
	Seznam obrázků.....	52
	Seznam tabulek	53
	Seznam příloh	54

Úvod

Efektivní a dobře fungující počítačová síť je v dnešní době nezbytnou součástí téměř každé úspěšné společnosti. Síť musí svým uživatelům poskytovat spolehlivé, bezpečné, rychlé a snadno použitelné služby, přičemž je pak síť nepostradatelným pomocníkem při každodenních činnostech. Počítačové a datové sítě se staly základním kamenem komunikace a jsou hojně využívány po celém světě. Tyto sítě neslouží jen k předávání informací, sdílení připojení k internetu či sdílení tiskáren, ale rovněž ke sdílení všech dostupných prostředků pro řízení společnosti a zábavě.

Vybudování každé počítačové sítě nemůže vzniknout a započít bez řádné přípravy, konkrétně je zapotřebí analýza současného stavu, zjištění omezení, která v případě našeho návrhu mohou vzniknout, vyhovění normám a také samozřejmě vyhovění všem požadavkům investora, pro kterého návrh zpracováváme.

Cíle a metodika práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je návrh a optimalizace komplexní počítačové sítě pro společnost JMC Trading, s. r. o., konkrétně pro novou trojpodlažní budovu v Olomouci, která bude sloužit jako prodejna, opravna a sklad. Tento návrh musí odpovídat požadavkům, které zadavatel stanovil.

Úvodní část práce je věnovaná představení společnosti, analýze současného stavu a pak zejména popisu všech teoretických východisek, ze kterých budu následně v praktické části vycházet.

Ve druhé, praktické, části, vytvořím návrh instalace zcela nové počítačové sítě, která bude splňovat nejen všechny požadavky současných norem, ale bude také přizpůsobena všem požadavkům zadavatele. Celá část bude vycházet ze získaných analytických a teoretických poznatků.

V závěru bude obsaženo zhodnocení, jaký význam a přínos mělo mnou navrhované řešení pro zadavatele a zda byly dodrženy všechny požadavky na tuto síť.

1. Analýza současného stavu

V této části práce představím společnost, pro kterou jsem vytvořil návrh strukturované kabeláže. V další části této kapitoly provedu analýzu současného stavu.

Část analýzy současného stavu bude zahrnovat podrobné seznámení s budovou a jejími dílčími částmi, kompletní analýzu softwaru, který společnost pro svoji práci využívá, analýzu hardwarového vybavení společnosti a také analýzu toků dat.

Všechny informace, které zde zobrazím, budou vycházet z informací, které jsem získal od zaměstnanců společnosti JMC Trading, s. r. o., jako například poznatky získané z návštěvy stavby, technická dokumentace a další.

1.1 Představení společnosti

Společnost JMC Trading, s. r. o. vznikla roku 1992 a od počátku své činnosti se zabývá dovozem cyklistického zboží do České republiky, kde u všech dovážených značek zastává místo výhradního dovozce a distributora pro celou Českou republiku a Slovensko. Konkrétně se pak jedná o kompletní sortiment pro jízdní kola značky BBB, kultovní kola značky Felt a v neposlední řadě do České republiky dováží a dále distribuují cyklocomputery a pulsemetry Echowell.

Majitelem společnosti a také hlavním jednatelem je pan Ing. Jaroslav Mikulička. Společnost sídlí na ulici Sadová 151/25 v malém moravském městečku Mohelnice, kde má také svůj největší velkoobchodní sklad.

Roku 2004 se pan majitel rozhodl ke stávající velkoobchodní činnosti přijmout i další břemeno a to sice maloobchodní prodej. Společnost zakoupila maloobchodní prodejny v Mohelnici a Olomouci, kde prezentovala a prodávala dovážené produkty koncovým zákazníkům.

V roce 2012 se pan Mikulička usnesl, že bude nedostačující prodejnu v Olomouci rekonstruovat, přičemž postupem času dospěl k závěru, že stávající dvojpodlažní objekt bude lepší zbořit a postavit celou novou budovu, která bude vyhovovat všem jeho

požadavkům na funkčnost a moderní vzhled. Tato budova bude sloužit k maloobchodnímu prodeji a také sem bude převedena administrační část společnosti, která v současné době sídlí v prostorách velkoobchodních skladů v Mohelnici. Právě pro tuto budovu je vypracována tato práce, týkající se síťové infrastruktury objektu.

1.2 Informace o budově

V této části uvedu všechny konkrétní informace o budově, z kterých pak v dalších kapitolách a podkapitolách budu vycházet. Rozeberu budovu jako celek, její umístění a také jednotlivá patra a využití jednotlivých částí budovy.

1.2.1 Umístění budovy

Projekt na novostavbu je umístěn do míst staré prodejny investora. Ten se nachází v Olomouckém kraji, přesněji ve městě Olomouc. Budova bude postavena v městské části na hlavní třídě směrem k centru, přibližně 1 km od hlavního náměstí města Olomouc směrem na západ. Toto místo je dobře dopravně dostupné jak automobilem, tak i vlakem. Město Olomouc má již vybudovanou metropolitní síť optických tras, přičemž je možné a téměř bezproblémové se k této síti připojit. Budova bude umístěna stejně jako ta předchozí, a to mezi dva stojící domy, s kterými se spojí. Veškeré technické sítě budou do stavby protaženy přes zadní část objektu, kde je na sousedním domě umístěna datová přípojka.

1.2.2 Provoz budovy

Nová budova, kterou se zadavatel rozhodl postavit, bude sloužit částečně jako maloobchodní prodejna, která tu byla i dříve, a částečně jako administrační budova společnosti. Maloobchodní prodejna bude umístěna do prvních dvou nadzemních podlaží a ve třetím nadzemním podlaží pak bude samotná administrační část a malý sklad. Bude zde tedy docházet k prodeji všech výrobků a produktů, které společnost nabízí a také k vedení společnosti jako celku od maloobchodů až po velkoobchodní činnost.

1.2.3 Popis jednotlivých částí budovy

Základní náležitostí této obsahové části je popis jednotlivých částí budovy, přičemž znázorním i to, jak budou jednotlivé poschodí a místnosti využívány. Prvkem, který celou novostavbu spojuje, je rozměr jednotlivých podlaží. Každé z těchto pater bude mít cca 251 m². Další společný prvek, který všechny podlaží budovy spojuje je výtahová šachta a jedno požární schodiště, které bude umístěno v zadní části budovy. Toto schodiště bude sloužit také jako nouzový východ. Hned v těsné blízkosti tohoto prvku, nalezneme již zmiňovanou výtahovou šachtu, do které bude po výstavbě budovy umístěn nákladní výtah o rozloze cca 3,45 m². Poslední společná část pro první dvě podlaží je další schodiště, umístěné ve střední části veřejně dostupné části budovy.

Přízemí (1. nadzemní podlaží)

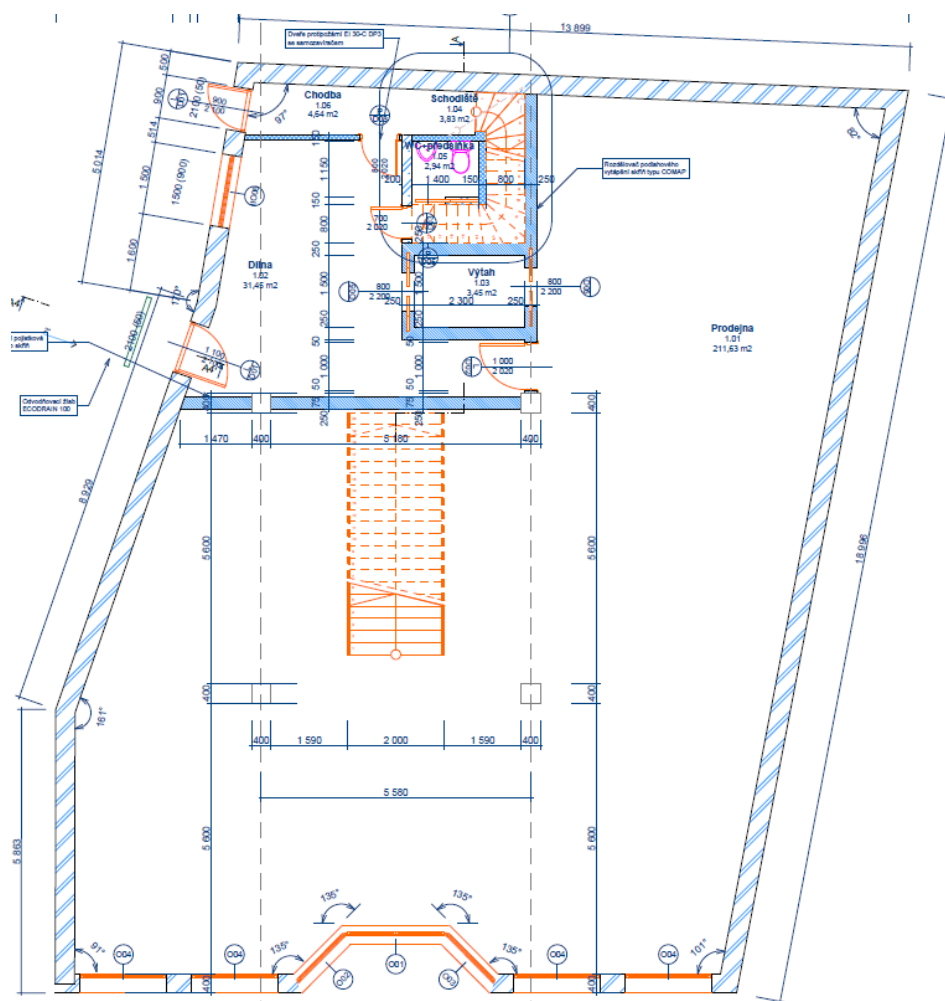
V přízemí, tedy v prvním nadzemním podlaží, bude vystavěna část prodejny, dílna a WC.

Vstup do budovy, prodejna

Přes celou přední část budovy je projektován velký a také hlavní vstup do budovy. Nad tímto vstupem z vnější strany, bude na přání investora po dokončení stavby instalována bezpečnostní venkovní IP kamera. Dále zde nalezneme pracovní a prodejní pult, kde budou v budoucnu dle požadavků instalovány 2 počítače, na kterých bude nahrán prodejní a skladový software. Další připojení, které bude v těchto prostorách je místo v těsné blízkosti prodejního pultu, kde chce investor instalovat PC, který bude sloužit výhradně pro informovanost zákazníků. Poběží zde internetové stránky společnosti s aktuálními akcemi a možnost zjistit stavy jednotlivých nabízených položek. Dalšími místy, kde bude nutné vybudovat trasy, jsou místa v předních dvou rozích prodejny, kde zadavatel požaduje umístit dvě vnitřní dohledové IP kamery. V zadní části prodejny bude umístěno schodiště sloužící pro vchod do třetího podlaží, které bude přístupné jen zaměstnancům společnosti.

Dílna

Následující částí prvního nadzemního podlaží je dílna se vstupem na WC. V těchto prostorách je požadavek na zapojení jednoho PC, na kterém bude opět instalován skladový software s využitím pro zaměstnance společnosti.



Obr. č. 1: 1. Nadzemní podlaží
(Zdroj: Interní data společnosti, 2012)

První patro (2. nadzemní podlaží)

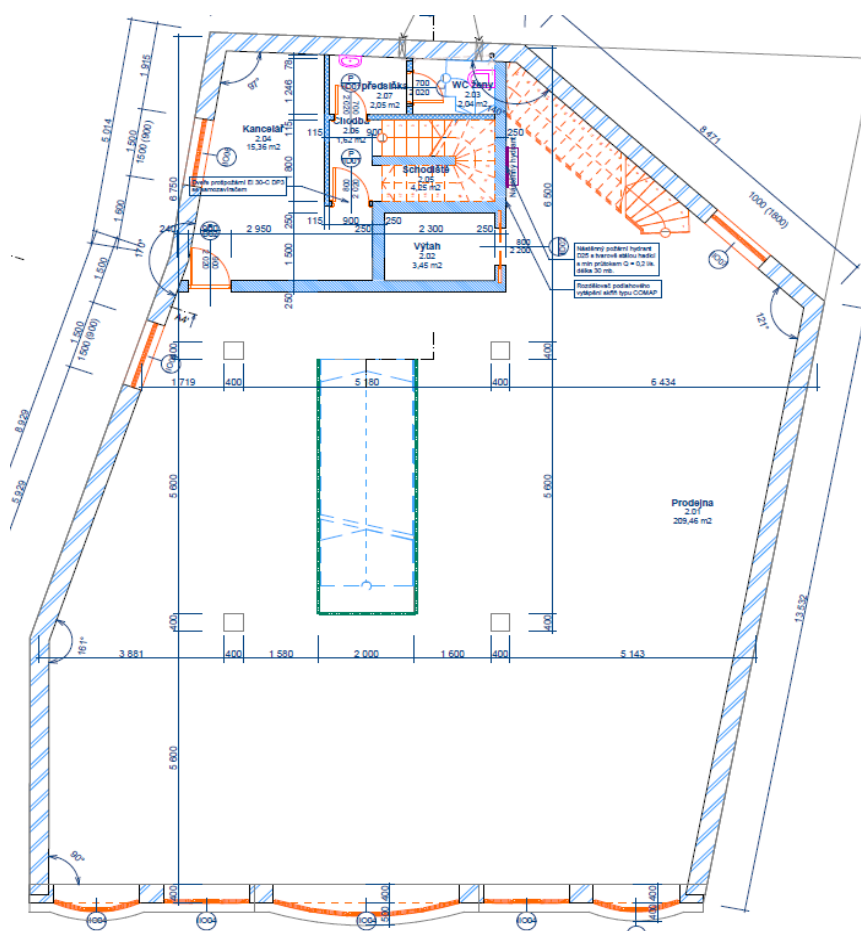
I tato část budovy bude sloužit především veřejnosti. Nalezneme zde také kancelář pro pracovníky maloobchodu a schodiště do posledního, tedy třetího nadzemního podlaží.

Prodejna

Téměř celá plocha bude zastavěna nabízeným sortimentem společnosti, proto také investor požaduje umístění informačního počítače na jedné ze stran podlaží. Pro dohled nad vystaveným sortimentem chce zadavatel také monitoring oblasti pomocí dvou vnitřních IP kamer, které budou umístěny na totožných místech, jako v podlaží prvním.

Kancelář

Za prodejní částí v těsné návaznosti na požární schodiště, tedy na místě dílny prvního podlaží, nalezneme malou kancelář, která bude sloužit pro administrativní a další práce vedoucích pracovníků tohoto maloobchodu. Zde dle požadavků v budoucnosti nalezneme PC, který bude sloužit výhradně pro monitoring prostor, tedy i kamerový server s paměťovými disky, kam bude záznam z kamer nahráván. Jako další je zde požadavek pro umístění 2-3 počítačů, které budou sloužit pro vyřizování objednávek a komunikaci maloobchodu s veřejností. Investor požaduje také možnost připojení síťové tiskárny a WiFi přístupového bodu.

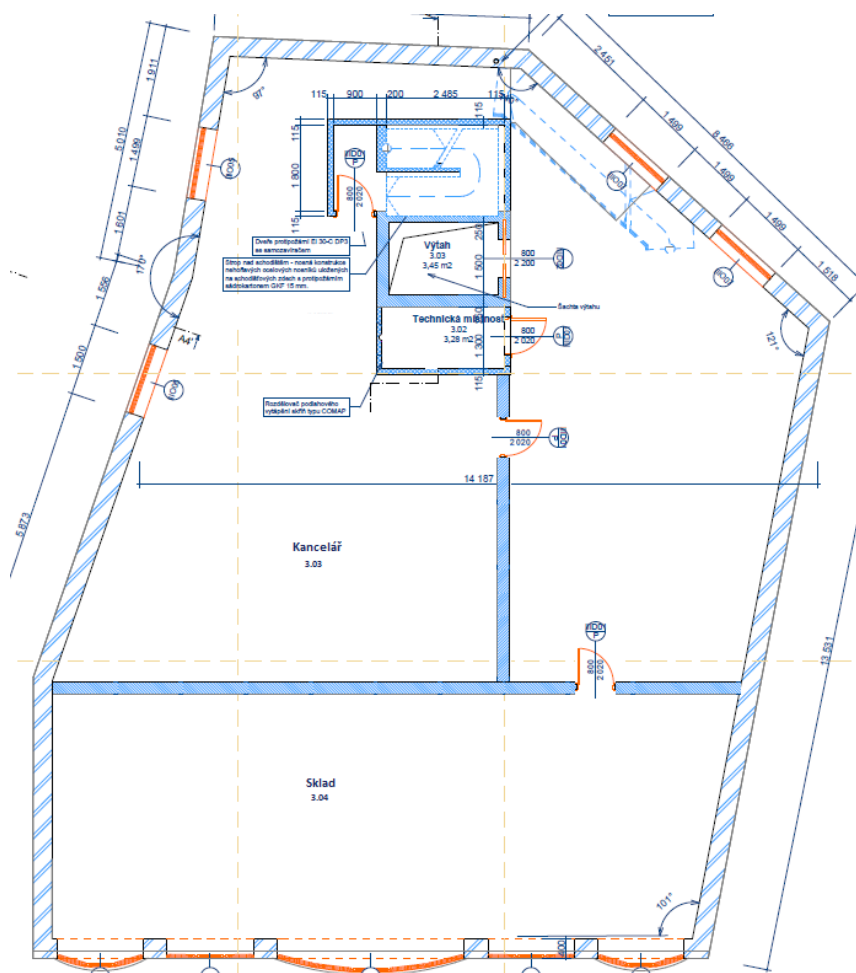


Obr. č. 2: 2. Nadzemní podlaží

(Zdroj: Interní data společnosti, 2012)

Druhé patro (3. nadzemní podlaží)

Na tomto podlaží už nalezneme jiné části, než v předchozích případech. Část, cca jedna polovina prostoru, bude sloužit především jako sklad a do druhé části bude přesunuto administrační oddělení společnosti z města Mohelnice.



Obr. č. 3: 3. Nadzemní podlaží

(Zdroj: Interní data společnosti, 2012)

Sklad

V prostorách skladu je požadavek investora na připojení počítače, na kterém bude nahrán skladový software.

Administrační oddělení

V této části budovy zadavatel požaduje možnost připojení až 8 pracovišť, přičemž 5 bude využito pro pracovní stanice zaměstnanců tohoto oddělení, jako jsou například účetní, obchodní zástupci společnosti, pan majitel a další. Zbýlá přípojná místa budou sloužit jako rezerva do příštích let, kdy zaměstnavatel očekává rozšíření tohoto oddělení o několik nových zaměstnanců.

1.3 Analýza hardware

Jelikož se jedná o novostavbu a ve všech odděleních společnosti zaměstnanci pracují s již zastaralým vybavením, bude pro všechny pracoviště po realizaci stavby zakoupeno nové hardwarové vybavení.

Seznam potřebného vybavení:

• venkovní IP kamera	1x
• vnitřní IP kamera	4x
• počítače s dotykovou obrazovkou	2x
• kancelářské počítače	10x
• pracovní notebook	4x
• kamerový server s HDD	1x
• datový rozvaděč s příslušenstvím	1x
• wifi přístupový bod	1x
• laserová tiskárna	2x

1.4 Analýza software

Zaměstnanci společnosti využívají následující software:

MS Office

Téměř všichni zaměstnanci podniku využívají kompletní kancelářský balík společnosti Microsoft. Nejvíce jsou však využívány programy Microsoft Outlook pro interní i externí komunikaci či Microsoft Word a Excel pro vytváření přehledů a dalších

potřebných údajů pro vedení společnosti, přičemž společnosti vlastní multilicenční sadu.

Money S3

Jedná se o jeden z nejrozšířenějších ekonomických systémů pro firmy v České republice. Produkt nabízí všechny potřebné druhy podpory od vedení podvojného účetnictví, skladové evidence, evidence objednávek až po propojení s internetovým obchodem.

César

V prodejních místech obou maloobchodních jednotkách zaměstnanci využívají ekonomický software César. Tento software se vyznačuje především nízkou náročností na vybavení a rychlostí. V maloobchodech společnosti JMC Trading, s. r. o. byl využíván především díky své nízké hardwarové náročnosti, protože byly tyto prodejní místa a v současnosti ještě jsou vybaveny zastaralými pracovními stanicemi.

NOD32

Na všech dosavadních pracovních stanicích je v podniku nainstalován antivirový program společnosti ESET. Vedení společnosti počítá také s jeho doinstalováním na nově zakoupené počítače.

1.5 Požadavky investora

Společnost JMC Trading, s. r. o. jakožto jediný investor, má pro návrh zavedení síťové infrastruktury do své nové budovy následující požadavky:

- Zavést síťovou infrastrukturu dle počtu požadovaných přípojných míst
- Instalovat připojení pro IP kamerový systém pro dohled nad budovou
- Instalovat připojení pro WIFI přístupový bod
- Navrhnout pasivní část tak, aby síť přenášela požadované množství dat bez jakéhokoli omezování uživatelů
- Navrhnout takovou síť, která bude dostačující i v dalších letech a nebude ji potřeba znovu rekonstruovat minimálně v následujících 10 letech.
- Vybudovat dostatečné množství přípojných míst i s rezervou

1.6 Shrnutí

Jelikož se jedná o novostavbu a všechny prvky jak datové sítě, tak další hardwarové vybavení jako jsou pracovní stanice, kamerový systém a další, budou nově pořízeny, jedná se o ideální stav pro vybudování moderní, bezproblémové a stabilní síťové infrastruktury celé budovy.

2. Teoretická východiska řešení

Zde se zaměřím na základní vytyčení pojmů, které budu dále v práci rozebírat do většího detailu za použití odborné literatury včetně obrázků.

2.1 Topologie sítí

Jak uvádí Sossinsky (2012), topologie je faktorem klasifikace počítačových sítí, přičemž se jedná o rozložení či seřazení síťových prvků, a to jak zařízení, tak jejich propojení.

Rozlišujeme však fyzickou topologii, která se zabývá vztahy mezi fyzickými zařízeními a prvky (popisuje vedení přenosových prostředků) a topologii logickou, jenž mapuje trasu, kterou absolvují datové pakety při své cestě od uzlu k uzlu (popisuje způsob toku signálu)

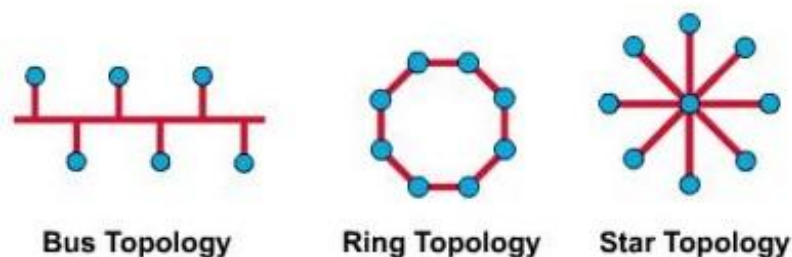
2.1.1 Fyzická topologie sítí

Tato topologie se zabývá vztahy mezi zařízeními tvořících sítí a může mít několik podob.

„Sběrníková topologie – je také známá jako lineární sběrnice. Jde o nejjednodušší a nejčastější způsob zapojení počítačů do sítě. Skládá se z jediného kabelu nazývaného hlavní kabel (také páteř nebo segment), který v jedné řadě propojuje všechny počítače v síti.“ (Horák, 2003, s. 29)

Topologie hvězda (Star) – ve hvězdicové topologii jsou počítače propojeny pomocí kabelových segmentů k centrálnímu prvku sítě, nazývanému rozbočovač (HUB), což připomíná hvězdici. Signály se přenáší z vysílacího počítače přes tyto rozbočovače do všech počítačů připojených k této síti. Topologie pochází z počátku používání výpočetní techniky, kdy bývaly počítače připojeny k centrálnímu počítači mainframe. Mezi každými dvěma stanicemi musí existovat pro funkčnost celé sítě jen jedna cesta.

Topologie kruh (Ring) propojuje počítače pomocí kabelu v jediném okruhu. Neexistují žádné zakončení této topologie. Signál postupuje po smyčce v jednom směru a prochází všemi připojenými počítači. Na rozdíl od pasivní sběrnice topologie funguje každý počítač jako opakovač, který zesiluje signál a posílá ho do dalšího počítače (Pužmanová, 2006).



Obr. č. 4: Fyzická topologie sítí

(Zdroj: Datové sítě, 2011)

2.1.2 Logická topologie sítí

Jak již bylo zmíněno, logická topologie popisuje způsob toku signálu. Například můžeme tedy fyzicky přenosové prvky propojit do topologie odpovídající hvězdě, a přesto logicky může spojovat jednotlivé uzly mezi sebou a fungovat jako kruh. (Pužmanová, 2006)

2.2 Typy počítačových sítí dle rozsahu

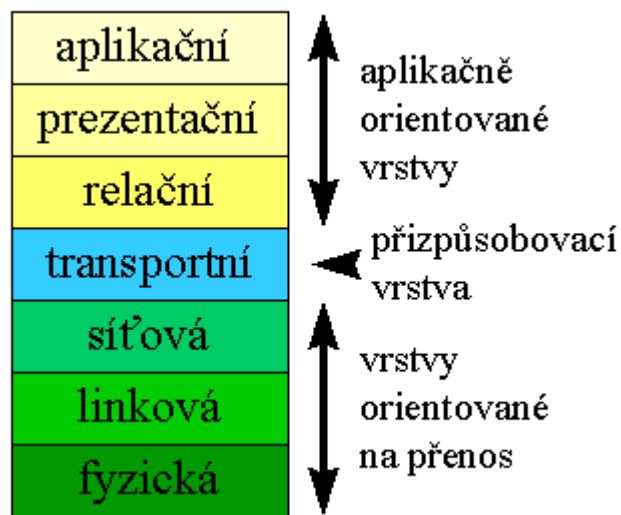
Sítě LAN – tyto sítě jsou lokálně omezeny, propojeny v kratší vzdálenosti, často jsou to sítě v budově či na jednotlivých podlažích.

Sítě MAN – Metropolitní sítě, běžné v rámci jednotlivých států. Svoji rozlohou jsou větší než LAN sítě, ale menší než WAN sítě.

Sítě WAN – velmi rozsáhlé sítě, mnohdy i napříč jednotlivými kontinenty. Jako příklad této sítě můžeme uvést například Internet (Horák, 2003).

2.3 Referenční model ISO/OSI

Jedná se o nejčastěji používaný referenční model k popisu síťových technologií a zařízení. Roku 1983 byl tento model definován mezinárodní organizací ISO, přičemž rozděluje síťovou komunikaci do sedmi různých vrstev a zavádí používání těchto vrstev v procesu výměny dat (Dostálek, 2008).



Obr. č. 5: Referenční model ISO/OSI

(Zdroj: Earchiv, 2011)

Komunikace mezi vrstvami

Jak uvádí Pužmanová (2006), komunikace mezi vrstvami zahrnuje:

- Komunikaci mezi jednotlivými vrstvami systému, přičemž spolu komunikují pouze sousední vrstvy a umožňují tak jednotlivým vrstvám používat služby nižších vrstev a „připravovat“ data od vyšších vrstev, aby mohla být poslána přenosovým prostředkem.
- Komunikaci mezi entitami ve stejnohlých vrstvách různých systémů, přičemž můžeme říci, že tato komunikace je pouze logická, protože skutečná komunikace, navazující fyzické spojení, probíhá pouze na fyzické vrstvě.

2.3.1 Vrstvy modelu

Fyzická vrstva

Tato vrstva leží na nejnižší pozici modelu ISO/OSI a je zodpovědná za přenášení informací v podobě jednotlivých bitů pomocí elektrických, elektromagnetických či optických signálů (Trulove, 2008).

Fyzická vrstva je tvořena vlastní kabeláží a jejími fyzickými prvky. (Jordán, 2008)

Linková vrstva

„V linkové vrstvě jsou datové bity proudící po fyzické vrstvě sítě uvedeny do kontextu spojení ve smyslu síťové trasy mezi vysílajícím a přijímacím systémem. Je zde k dispozici řídicí mechanismus pro určení cesty, kterou se budou data v síti ubírat. Pro řízení sítě na linkové vrstvě, konceptuálně druhé v síťovém modelu, je nutné označit začátek a konec úseku dat čily zprávy. Data se proto rozlamují na tak zvané datové rámce.“ (Sossinsky, 2011, s. 50)

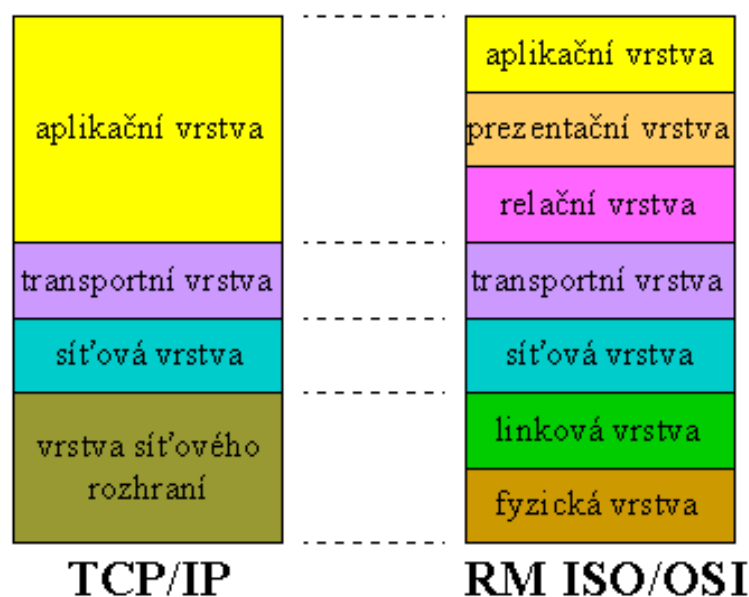
Tato vrstva tedy zajišťuje výměnu dat v rámci lokální sítě, přičemž základní přenosovou jednotkou na této vrstvě je datový rámec.

Mezi hlavní funkce linkové vrstvy patří zajištění spolehlivosti, správa přenosové rychlosti, řízení přístupu ke sdílenému médiu a segmentace rámců.

Pro vlastní návrh univerzální kabeláže jsou tyto dvě vrstvy dostačující, proto se v práci již dalšími vrstvami modelu ISO/OSI nezabývám.

2.4 Architektura TCP/IP

Transmission Control Protocol/Internet Protocol, zkráceně TPC/IP, je síťová architektura, která vznikla postupně dle požadavků praxe. Její vrstvy vznikly podle praktických potřeb a postupem času se stala standardem komunikace. Na rozdíl od referenčního modelu ISO/OSI, definuje pouze čtyři vrstvy.



Obr. č. 6: Srovnání vrstev TPC/IP a ISO/OSI
(Zdroj: Earchiv, 2011)

2.4.1 Vrstva síťového rozhraní

Tak jak zachycuje obrázek č. 5, stará se tato vrstva o funkce fyzické a linkové vrstvy referenčního modelu ISO/OSI.

Jak uvádí Dostálek (2008), tato vrstva zajišťuje:

- Komunikaci mezi sousedními uzly a to pomocí elektrických, elektromagnetických či optických signálů
- Výměnu dat v rámci lokální sítě

Jelikož tato vrstva, jak již bylo řečeno, odpovídá prvním dvěma vrstvám síťového modelu ISO/OSI, které pro návrh univerzální kabeláže postačují, bude tato vrstva také jediná z modelu TCP/IP, kterou se v práci zabývám.

2.5 Ethernet

Jak uvádí Sosinsky (2012), je Ethernet nejrozšířenějším protokolem pro využití v LAN sítích a dnes je použit v přibližně osmdesáti procentech těchto sítí. Tak jako i ostatní věci se Ethernet již řadu let postupně vyvíjí a má již mnoho verzí.

Verze Ethernetu

Ethernet (10Mb/s)

- v současné době již nedostačující

Fast Ethernet (100Mb/s)

- dnes nejrozšířenější formou Ethernetu
- instalován jak ve firemních sítích tak i domácnostech

Gigabit Ethernet (1Gb/s)

- technologie nových sítí, dnes často zaváděná

10Gigabit Ethernet (10Gb/s)

- využití zejména pro velké páteřní sítě

2.6 Přenosová média

Tato kapitola zachycuje základní charakteristiky médií, která jsou v dnešní době pro přenos informací používána. Tyto média můžeme dělit na několik typů dle jejich základních charakteristik.

2.6.1 Metalická kabeláž

Tyto kabely můžeme dále dělit na koaxiální a symetrické kabely (někdy také označované jako kroucené páry). První z nich, kabely koaxiální, se v dnešní době pro návrh počítačových sítí již nepoužívají. Naopak u druhého typu, kroucených párů, můžeme říci, že jsou to nejpoužívanější kabely pro rozvod počítačových sítí LAN (Dostálek, 2008).

Kroucené páry

Jedná se o dnes nejpoužívanější kabeláž pro počítačové sítě, přičemž nejčastěji se můžeme setkat s nestíněnou verzí. Tento kabel je tvořen ze 4 párů vodičů, který jsou jednak v rámci páru a pak navzájem kolem sebe kroucené zejména kvůli minimalizaci vzájemného ovlivňování a rušení. Každý pár má pak jiné stoupání zákrutu (Dostálek, 2008).

Stíněné kroucené páry - STP

Tyto stíněné kabely mají zvýšenou odolnost proti průmyslovému rušení, proti vlivům rázových a magnetických polí, indukovaných napětí a podobně. Používáme je tedy v místech, kde hrozí jakékoli rušení z okolí. Nevýhodou mohou být vyšší finanční nároky z důvodů nutnosti zakoupení i stíněných komponent, které jsou dražší než ty nestíněné. (Pužmanová, 2006)

Jsou dostupné ve více možnostech stínění, například stíněné fólií či opletením, stíněné zvlášť každý pár, dohromady jako celek nebo také kombinace obojího.

Nestíněné kroucené páry – UTP

Naopak kabely nestíněné mají sníženou odolnost proti veškerému rušení z okolí. Používáme je v případech, kdy žádné rušení nehrozí, jsou levnější variantou a také jejich instalace není tak složitá oproti kabelům stíněným (Pužmanová, 2006).

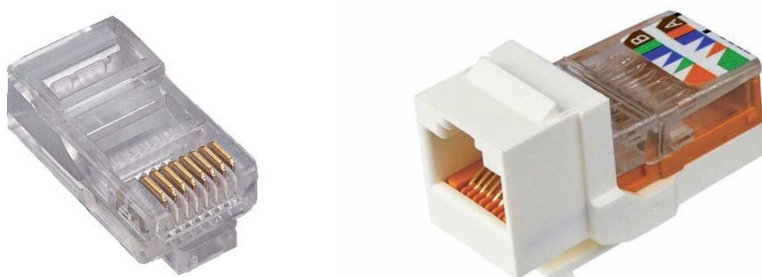
Rozdělení dle vnitřních vodičů

Kroucené páry se dle druhu vnitřního vodiče dělí dále na typ drát a lanko. Vlastní použití těchto druhů bude nastíněno v kapitole univerzální kabeláže.

Zakončení kroucených párů

V praxi narazíme na dva druhy zakončení metalických párových kabelů. Jedná se o konektory RJ45, které se dle typu dělí na:

- Zásuvka (jack) – určen jen pro vodič typu drát
- Konektor (plug) – určen jen pro vodič typu lanko (Ondrák, 2012)



Obr. č. 7: RJ45 Plug a Jack
(Zdroj: Bestlinknetware, 2012)

2.6.2 Optická kabeláž

„Optická vlákna jsou tvořena dvěma vrstvami skla. Jeden typ skla je použit pro jádro vlákna a jiný typ skla pro odrazivou vrstvu vlákna. V jádře vlákna je veden optický paprsek, který se postupně odráží od rozhraní mezi dvěma druhy skla.“ (Dostálek, 2008, s. 62)

Ke znázornění vedení světla přikládám obrázek.



Obr. č. 8: Princip vedení světla ve vlákně
(Zdroj: Ondrák, 2012)

Jak již bylo zmíněno, optické kabely se skládají z optických vláken, která mohou být vyrobena ze skla, plastu či oxidu křemičitého. Dnes se jedná o nejperspektivnější přenosové prostředí používané nejen v rozlehlých, ale stále častěji i v sítích lokálních, přičemž využívají možnosti přenosu informací prostřednictvím signálu světelného namísto elektrického. V LAN sítích, se dle norem musí optické kabely použít pro vedení páteřní sekce.

Rozeznáváme dva druhy optických vláken, která se dnes používají:

- Jednovidová optická vlákna – SM
 - Jednovidová optická vlákna jsou velmi tenká a disponují vysokou přenosovou kapacitou, pro generování světelného paprsku používají laser. Koherentní světlo z tohoto laseru má konstantní vlnovou délku a proto tato vlákna dosahují nejen značných vzdáleností, ale také je při příjmu dosaženo lepší kvality než u mnohavidových vláken.
 - $d = 9 \mu\text{m}$, $D = 125 \mu\text{m}$

- Mnohovidová optická vlákna – MM (Multimode Gradient)
 - Tyto optické kabely využívají namísto laseru pro generování světla světelné diody. Vedené světlo pak dosahuje několik světelných vlnových délek. Jelikož dioda vysílá všemi směry, dochází k následným odrazům světla od okrajů optického jádra, a proto také k omezení vzdálenosti dosahu světelného paprsku (Pužmanová, 2006).
 - $d = 52,5 \mu\text{m}$ nebo $60 \mu\text{m}$, $D = 125 \mu\text{m}$

Kabely s těsnou sekundární ochranou

Ochrana – „bužírka“

Tyto kabely pokrývají potřeby vnitřních aplikací v budovách, lze je přímo konektorovat. Nedoporučují se však na trasy přesahující délku 2 až 3 km, kolísání teploty ovlivňuje jejich parametry.

Kabely s volnou sekundární ochranou

Ochrana – Gel v pouzdře

Kabely tohoto typu jsou vhodné pro dálkové trasy, teplota ovlivňuje parametry méně, než je tomu u kabelů s těsnou sekundární ochranou a mají také odolnější plášť. Nejsou však vhodné pro vertikální stoupačky v budovách a nelze je přímo konektorovat.

Vybrané typy optických kabelů

Simplex

- vlákno s těsnou sekundární ochranou
- pevnostní ochrana (aramitová vlákna)
- plastový plášť (Ondrák, 2012)

Duplex

- dva Simplex kabely svařené za plášť

OPDS (Distribuční)

- skupina vláken s těsnou sekundární ochranou
- pevnostní ochrana (aramitová vlákna)
- plastový plášť (Ondrák, 2012)

MFPT

- vlákna či skupina vláken s volnou sekundární ochranou
- trubička naplněná gelem s několika vlákny s primární ochranou
- dělíme na verzi s více trubičkami a verzi s centrální trubičkou

Při pokládání optických kabelů je velice důležité dodržovat povolené poloměry ohybu vláken, protože při překročení kritického úhlu se paprsek (světlo) neodrazí, ale projde do odrazné vrstvy a ztrácí se tak v plášti (Ondrák, 2012).

2.7 Univerzální kabeláž

Důležité pojmy

Linka – Přenosová cesta mezi dvěma libovolnými rozhraními kabeláže jako je například zásuvka patch panelu a datová zásuvka v pracovní oblasti. Maximální délka linky je 90 metrů.

Kanál – Přenosová cesta mezi vlastním pracovištěm a zařízením sítě či dvěma zařízeními navzájem. Zahrnuje tedy linku a připojovací kabely pracovní oblasti. Jeho maximální délka je 100 metrů.

Kategorie – Klasifikace materiálu pro linku a kanál. Pro metalické kabely používá kritérium klasifikace MHz a pro optické kanály měrný útlum (Ondrák, 2012).

Třída – Klasifikace kanálu jako celku, přičemž třídu neovlivňuje jen samotný materiál, ale také technika instalace a technologie spojení prvků.

Tabulka č. 1: Třídy a kategorie kabeláže (Zdroj: vlastní zpracování)

Třída	Kategorie	Frekvenční rozsah	Obvyklé použití
A	1	do 100 kHz	Analogový telefon
B	2	do 1 MHz	ISDN
C	3	do 16 MHz	Ethernet
-	4	do 20 MHz	Token - Ring
D	5	do 100 MHz	Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
E	6	do 250 MHz	ATM 1200
-	6A	do 500 MHz	10 Gigabit Ethernet
F	7	do 600 MHz	

2.7.1 Páteřní sekce

Páteřní sekce je vedení propojující jednotlivé datové rozvaděče v rámci budovy jako celku nebo mezi jednotlivými budovami. Páteřní sekce má vždy hvězdicovou topologii se středem v hlavním rozvaděči budovy. Je důležité, že metalické kabely zde mohou být použity pouze pro hlasové služby, tento kabel musí být typu drát a nesmí být v lince křížen. Pro ostatní vedení se musí použít optické kabely, které mohou být vedeny až do vzdálenosti 2000 či 3000 metrů dle typu kabelu (Multimode Gradient/Singlemode).

2.7.2 Horizontální sekce

Tato sekce kabeláže propojuje rozvaděč (patch panely v rozvaděči) s datovými zásuvkami v pracovních oblastech. Horizontální sekce má také hvězdicovou topologii, se středem v hlavním rozvaděči. V této sekci se již používají zejména metalické kabely, přičemž je nutné použít vnitřní vodič typu drát. Na obou stranách musí být u kabelu zakončené všechny čtyři páry vodičů v osmi pinové zásuvce. U kategorie 5e a výše musí být v této sekci linka celistvá, může dosahovat maximální vzdálenosti 90 metrů a nesmí v ní být křížení.

2.7.3 Pracovní sekce

Pracovní sekce kabeláže propojuje vlastní datové zásuvky s koncovými uzly sítě a také zásuvky v rozvaděčích (patch panelech) s aktivními prvky. V pracovní sekci, se stejně tak jako v sekci horizontální používají zejména metalické kroucené páry, ale tentokrát typu lanko. Kabely mohou či nemusejí být křížené. Důležité však je, že vedení na obou stranách kanálu může dosahovat maximální vzdálenosti 10 metrů, z toho 6 metrů v datovém rozvaděči.

2.7.4 Telekomunikační místnost - TC

Tato místnost či místnosti (v objektu může být telekomunikačních místností více) slouží pro soustředování a propojení univerzální kabeláže budovy. Jedná se tak o klíčové místo sítě, kde dochází k soustředění kabeláže určité oblasti či celé budovy. Zjednodušeně můžeme tedy říci, že se jedná o místnost sloužící k umístění rozvaděčů kabeláže.

Telekomunikační místnost musí však dle norem splňovat různé požadavky, jako například:

- dostatečný prostor
- dostatečně dimenzované napájení
- ochrana proti přepětí
- ochrana proti výpadku elektrického proudu
- uzemnění
- vytápění, ventilace
- dostatečné osvětlení
- zabezpečení fyzického přístupu
- protipožární zabezpečení
- odolnost proti povětrnostním vlivům a další

2.7.5 Prvky kabelážního systému

Spojovací prvky kabeláže - Connect

Tyto prvky slouží zejména k ukončení linky. Mezi nejdůležitější spojovací prvky řadíme propojovací nebo patch panely a datové zásuvky. Tyto spojovací prvky používáme k ukončení kabelů v rozvaděcích a pracovních místnostech. Existuje mnoho výrobců a různých variant těchto spojovacích prvků. Zejména u datových zásuvek existuje nepřeberné množství druhů a variant designu.

V praxi se můžeme setkat s dvěma verzemi těchto prvků, a sice:

- Integrované – s pevným osazením portů
- Modulární – „držáky“ s výměnnými komunikačními moduly



Obr. č. 9: Patch Panel 1U
(Zdroj:Excel-networking, 2013)



Obr. č. 10 Datová zásuvka
(Zdroj: Conrad, 2013)

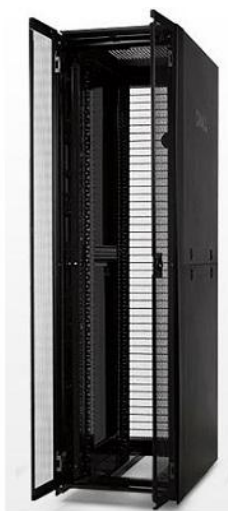
Prvky organizace kabeláže - Manage

Jako další prvky kabelážního systému můžeme jmenovat prvky organizační, které slouží především pro organizaci jednotlivých sekcí kabeláže. Patří sem zejména rozvaděče a jejich příslušenství.

Datové rozvaděče, které jsou, jak již bylo zmíněno umístěné v telekomunikační místnosti, slouží k umístění patch panelů, aktivních prvků a jiných zařízení. Jejich základem jsou dva svislé nosníky, členěné na jednotky (Unity – U) o velikosti 1,75“ tedy 44,45 mm, přičemž počet těchto U, tedy výška rozvaděče, hraje velmi důležitou roli. Montážní šířka je většinou 19“, v některých případech se ale můžeme setkat s 21“ či 23“ šířkou.

I v případě rozvaděčů se můžeme setkat s různými typy, jako jsou otevřené rámy či skříňové rozvaděče, které pak dále dělíme na stojanové a závěsné (nástěnné).

Pokud je pro umístění rozvaděče vyčleněna samostatná místnost, je výhodnější použít otevřený rám. Do tohoto rozvaděče je lepší přístup ke všem prvkům při montáži a obsluze a dochází k přirozenému proudění vzduchu při chlazení aktivních prvků. Tam, kde z různých důvodů nemůžeme použít otevřený rám, používáme rozvaděče skříňové.



Obr. č. 11: Datový rozvaděč uzavřený
(Zdroj: 100Mega Distribution, 2013)

Při instalaci datového rozvaděče musíme pamatovat, že každý datový rozvaděč musí být uzemněn, a to i v případě použití nestíněné kabeláže. V případě použití stíněné kabeláže, se stínění uzemňuje pouze vždy v rozvaděči, nejlépe pak do jednoho společného zemnicího bodu s odchozím zemnicím kabelem. Na druhé straně linky je uzemnění realizováno přes uživatelské zařízení pracoviště.

Prvky vedení kabeláže - Route

Prvky vedení kabeláže slouží především k vedení a ochraně kabelů a kabelových svazků. Všechny tyto systémy vedení musí přísně dbát na dodržení minimálního poloměru ohybu metalických i optických kabelů. I těchto prvků je v současnosti mnoho typů, přičemž ty nejpoužívanější jsou:

- ochranné lišty
- parapetní žlaby
- drátěné rošty do podhledů

- zemní trubky
- závěsné trubky
- svazovací spirály a další



Obr. č. 12: Parapetní žlab
(Zdroj: Hager, 2013)

Značení kabeláže - Identify

Zejména pro přehlednost a tím docílení správného zapojení kabeláže musíme kabeláž značit. Identifikaci kabeláže zpracovává také norma EIA/TIA 606, dle které musí být značeny:

- všechny použité kabely na obou koncích
- kabelové svazky na obou koncích a v místech křížené či větvení
- budovy
- technické místnosti
- rozvaděče
- umístěné patch panely a jejich porty
- datové zásuvky a jejich porty
- aktivní prvky a jejich porty

2.7.6 Normy

Jelikož chceme, aby námi navrhovaná univerzální kabeláž plnila všechna očekávání a mohla být také certifikovaná, je při jejím budování velmi důležité dodržovat stanovené normy, které byly v souvislosti s univerzální kabeláží a instalací kabelových rozvodů vydané.

Musíme se řídit zejména těmito normami:

ČSN EN 50173-1. Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy – Část 1: Všeobecné požadavky a kancelářské prostředí.

ČSN EN 50173-2. Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy – Část 2: Kancelářské prostory.

ČSN EN 50174-1. Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality.

ČSN EN 50174-2. Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách.

3. Návrh řešení

V této části práce se budu věnovat vlastnímu návrhu řešení, které jsem vytvářel za spolupráce zástupců společnosti JMC Trading, s. r. o., a dalších různých odborných pracovníků věnujících se tomuto tématu v praxi. Tento návrh pak může být použit jako podklad při výběrovém řízení pro získání odpovídající profesionální společnosti, která následně provede položení, instalaci univerzální kabeláže a všechny další práce s tímto spojené, jako například udělení certifikace.

3.1 Určení počtu přípojných míst

Při stanovení dostačujícího počtu datových portů jsou brány v úvahu jak potřeby v jednotlivých patrech, tak samozřejmě i rezervy. Celkový počet je navrhnout s ohledem na možné rozšíření společnosti v následujících letech.

V případě pracoviště byl počet portů určen na čtyři porty na osobu včetně rezervy. Dva porty jsou v současné době dostačující pro připojení osobního počítače do datové sítě a instalaci VoIP telefonie, další dva nám poslouží jako dostatečná rezerva do budoucnosti. Pro instalaci IPTV kamerového systému jsme na každém přípojném místě stanovili počet na dva porty. Jeden bude sloužit jako hlavní a druhý v pořadí jako port rezervní. U síťových tiskáren budou stejně tak, jako u kamerového systému dostačující dva porty pro připojení. U interaktivních počítačů, které budou umístěny v prvním a druhém nadzemním podlaží budou pro dostatečnou rezervu instalovány 4 datové porty tak, aby nic nebránilo možnému navýšení počtu instalovaných informačních panelů. Celkový počet datových portů bude tedy 84, z toho bude celkem 72 portů použito pro připojení pracovišť, 12 portů pro instalaci kamerového systému a pro další zařízení jako jsou tiskárny, Wifi přístupový bod a další.

Místnosti, jako jsou neveřejná schodiště, WC či záchody nebudou obsahovat žádná přípojná místa.

Rozmístění jednotlivých přípojných míst je k vidění v příloze č. 5.

3.2 Výběr technologie přenosu

Na základě analýzy síťového provozu a požadavků investora, který žádá dostatečnou rychlost a funkcionalitu nyní i v dalších letech, navrhuji použít technologii GigabitEthernet, konkrétně typ 1000Base-T.

Pro tuto technologii bude instalována kabeláž třídy D, pro kterou použijeme materiál kategorie 5.

3.3 Návrh komponent podle kategorie

V této kapitole najdeme popis všech potřebných kabelů a systémů jejich uchycení, organizace či vedení. Důležitým faktem je, že všechny vybrané kabely, konektory, zásuvky a další produkty, potřebné k instalaci kabeláže splňují potřebné normy, jako například ČSN EN 50173

3.3.1 Kabely horizontální sekce

Pro instalaci linky je zvolena metalická kabeláž kategorie 5, tedy kabeláž plně postačující potřebám GigabitEthernetu. Všechny vedené kabely horizontální sekce budou dostatečně vzdálené a zvláště vedené od dalších kabelážních systémů, proto pro naše potřeby bude plně dostačující nestíněná varianta.

Jako typ a variantu kabelu jsme zvolili produkt společnosti Belden, jejíž výrobky dosahují té nejvyšší možné kvality zpracování. Konkrétně pak Belden 1700E.U0305 UTP kategorie 5. Tento kabel je vhodný pro instalaci strukturované kabeláže, typu drát se svařenými páry, obsahující PVC plášť pro vnitřní použití. Vodičem je měděný drát o průměru 0,51 mm. Pracovní teplotní rozsah kabeláže je od -20° C do +80° C.

3.3.2 Kabely pracovní sekce

V pracovní sekci, jakožto propojení vlastních koncových zařízení s datovými zásuvkami, použijeme taktéž kabely značky Belden, avšak tentokrát se bude jednat o typ lanko, jednak kvůli splnění požadavků norem a také samozřejmě kvůli své

ohebnosti a lepším technickým vlastnostem, zejména odolnosti. Tyto kabely budou zakoupeny v různých délkách, dle aktuální potřeby.

Pro propojení prvků v rozvaděči budou stejně tak, jako při připojení pracovních stanic, instalovány patch kabely značky Belden. Konkrétně se bude jednat o nestíněné kabely typu lanko, který je pro patch kabely určen. Navíc však tyto kabely budou zakoupeny v různých barevných kombinacích. Tímto barevným odlišením patch kabelů docílíme lepší přehlednosti při zapojování systému.

Použitá barevná provedení:

- žlutý patch kabel – IPTV kamerový systém
- šedý patch kabel – propojení patch panelu a datového switchu
- modrý patch kabel – připojení serveru

Všechny tyto kabely byly zvoleny tak, aby dosahovaly dobrých přenosových vlastností, vysoké životnosti, kvality zpracování a odolnosti při zvýšeném namáhání.

3.4 Prvky vedení kabeláže

V další části návrhu řešení uvedeme, jakým způsobem povedeme kabely v místnostech, zdech či podhledech.

Těchto prvků na trhu nalezneme mnoho typů a různých variant. Neexistuje žádné vhodné doporučení pro konkrétní typ budovy, a tudíž je tato otázka řešena konzultací s odborníky pohybujícími se v prostředí instalace univerzální kabeláže a v našem případě převážně také dle požadavků a doporučení investora.

3.4.1 Vedení ve zdech

Jelikož je budova ve fázi výstavby, je přáním investora, aby veškeré kabely vedly ve zdech či podlahách. Do podlah budou instalovány elektroinstalační trubky, do zdí pak ohebné ochrany kabelů, někdy označovány jako „husí krk“. Propojení jednotlivých podlaží bude řešeno instalací trubky ve stoupačce, která povede skrz všechny tři nadzemní podlaží.

V našem případě použijeme do zdí Ohebné trubky se střední mechanickou odolností od výrobce KOPOS. Od stejného výrobce budou také použity elektroinstalační trubky do podlah, konkrétně Ocelové trubky závitové splňující normy EN 61386-44561 o různých průměrech. Tyto průměry jsem po konzultaci s odborníkem stanovil na 40 a 32 mm. Pro vedení v podlaze bude instalována jedna trubka pro vedení požadovaného počtu kabelů a vedle ní další trubka rezervní, pro možné rozšíření v budoucnosti.

3.4.2 Parapetní žlaby

V místech, kde nebude možné kabely „zasekat“ do zdí, budou instalovány parapetní žlaby potřebné velikosti a délky od výrobce Panduit. Na základě doporučení a také kladných recenzí na tyto prvky, navrhuji použít systém Panduit PAN-WAYTM TYP-70.

3.5 Spojovací prvky kabeláže

Zde uvedeme všechny použité druhy konektorů, zásuvek a patch panelů, které použijeme.

3.5.1 Konektory

Všechny konektory, které využijeme, budou klasické RJ45 konektory od společnosti Panduit. Konkrétně se bude jednat o konektory RJ45 CAT5 Keystone Jack modelu CL5E88TGYL. Tyto konektory jsou spolehlivé a konstrukčně uzpůsobeny tak, aby bylo zajištěno bezchybné spojení kontaktů mezi konektorem a vodičem.

3.5.2 Datové zásuvky

Jako přípojná místa pro realizaci námi plánovaných 96 kusů datových portů budou instalovány vhodné datové zásuvky. Zde použijeme doporučené a dnes nejrozšířenější dvouportové zásuvky od výrobce ABB. Nejvhodnějším typem pro naše potřeby, který jsme také vybrali, jsou kryty zásuvek ABB Tango, vhodné pro moduly Panduit, kterými následně tyto zásuvky osadíme. Každá datová zásuvka bude obsahovat dva zmiňované keystone jacky Panduit a jednu záslepku.

Použijeme již zmiňované konektory Panduit cat5 Keystone Jack, konkrétně model CJ588, který je s našimi zásuvkami plně kompatibilní.

Považuji za důležité podotknout, že tyto konektory splňují všechny požadavky specifikované v mezinárodních standardech TIA/EIA 568 či EN 50173.

Všechny tyto zásuvky budou instalovány pod omítku a osazeny rámečky stejného designu a barvy.

3.5.3 Patch panely

Nejvhodnějšími patch panely, které vyhovují našemu návrhu a mohou být zasazeny do datového rozvaděče, jsou patch panely Panduit. Jedná se o modulární celokovové patch panely 1U pro 24 portů MiniCom černé barvy, označení CP24BLY, které budou osazeny stejnými konektory, jako datové zásuvky, tedy Keystone Jacky od společnosti Panduit.

Schéma zapojení patch panelů najdeme v příloze č. 4.

3.6 Prvky organizace kabeláže

Hlavním organizačním prvkem kabeláže bude jeden rozvaděč umístěn v telekomunikační místnosti, ve kterém budou instalovány patch panely a další prvky. Konkrétní schéma zapojení tohoto datového rozvaděče nalezneme v příloze č. 2.

DR1

Tento jediný datový rozvaděč se bude nacházet v místnosti TC-1, kterou nalezneme ve třetím nadzemním podlaží. Bude sloužit jako hlavní rozvodní uzel pro celou budovu. Celkem zde nalezneme XX patch panelů pro XX portů. Dále bude obsahovat záložní zdroj, aktivní prvky, napájecí jednotku s přepětovou ochranou a osvětlení. Protože bude rozvaděč umístěn v uzamčené místnosti s omezeným přístupem, zvolili jsme otevřený rám, který je výhodný v mnoha věcech. Jednotlivé prvky jsou v tomto rozvaděči snadněji přístupné a dochází k lepšímu odvětrávání. Zvolili jsme rozvaděč RSX-42-XD6-CXX-A3 o velikosti 42U a fyzických rozměrech 2031*600*600 mm od společnosti TRITON, který zvládne unést až 400 kg. Rozvaděč této výšky byl vybrán

záměrně, zejména z důvodu praktičnosti při práci na rozvaděči. V poslední řadě nesmíme zapomenout na uzemnění rozvaděče

3.7 Uzemnění

Dle normy IEC 60364-7-707 musí být také uzemněn každý datový rozvaděč a použitý kovový žlab. Je velmi důležité, dbát na správné uzemnění a tuhle nedílnou součást instalačních prací nevynechat.

3.8 Připojení objektu k vnější datové síti

Dle dohody s dodavatelem bude připojení realizováno následujícím způsobem. V blízkosti budovy má dodavatel optickou síť, kterou „protáhne“ až na hranici budovy, dále skrz zeď do vnitřní části budovy, kde bude umístěn malý datový rozvaděč, typu a označení MDR24BL od dodavatele Kassex. MDR24 je rozdělen na dvě uzamykatelné části. Do jedné provider na svoje náklady nainstaluje malý optický rozvaděč a do druhé datový switch (z důvodů instalace a obsluhy dodavatelem tyto prvky v práci dále nerozebíráme). Od tohoto switche bude připojení realizováno pomocí metalického kabelu. Kabel bude veden od zmíněného switche v zemi přes místnost, která bude sloužit jako dílna a následně přes zeď naveden do instalované stupačky, která bude ústít přímo v telekomunikační místnosti ve třetím nadzemním podlaží.

Pro ochranu tohoto metalického kabelu využijeme ohebné chráničky kabelu a elektroinstalační trubky.

3.9 Telekomunikační místnost

Telekomunikační místnost, kde nalezneme jediný rozvaděč, se nachází v nejvyšším, tedy třetím nadzemním podlaží. Bude označena jako TC-1. V této místnosti bude dle plánů instalována klimatizace pro udržení vhodné teploty nejen rozvaděče, ale i serveru, který zde bude umístěn (výběr vhodných serverů a jejich instalaci tato práce neřeší). V jediné telekomunikační místnosti celého objektu bude také umístěn zakončovací vstup kabelů do budovy. Dále zde budou instalovány protipožární dveře se „samozavíračem“. Do místnosti budou mít přístup jen osoby tomu pověřené.

3.10 Značení kabeláže

Nejen pro přehlednost, ale samozřejmě také dle požadavků jedné z norem, musí být značeno:

- kabely (minimálně na obou koncích)
- patch panely a jednotlivé porty patch panelů
- zásuvky a jednotlivé porty zásuvek
- rozvaděče
- technické místnosti
- aktivní prvky a jejich porty

Pro náš návrh bude postačující následující značení:

- kabely, budou označeny ve tvaru Nadzemní_podlaží – Datová_zásuvka – Port_zásuvky, tedy například 1-3-A, kde 1 značí první nadzemní podlaží, 3 je označení Datové zásuvky č. 3 a poslední označení A značí první z dvou přípojných portů zásuvky
- datové zásuvky budou značeny písmeny a čísly ve tvaru XA/B, kde X zastupuje číslo datové zásuvky a písmeno A či B porty zásuvky, tedy například 1A
- jednotlivé patch panely obsazené v datovém rozvaděči budou označeny názvem společně s číslem panelu, tedy například PP1 či PP2
- porty patch panelů budou označeny stejným způsobem, jako datové zásuvky. Tedy například 1A, 5B atd. Toto značení je zvoleno zejména proto, aby se nám tento popis vlezl na příslušný port patch panelu
- rozvaděče, umístěné v budově budou označeny způsobem DR-X, kde X zastupuje číslo rozvaděče
- technická místnost se v budově bude nacházet jen jedna a ponese označení TC-1
- jednotlivé aktivní prvky budou označeny jako celky, např. AP-X, kde X zastupuje číslo tohoto zařízení. Jednotlivé porty pak budou značeny pořadovým číslem tohoto aktivního prvku. U Wifi Access Pointu, tedy například AP-1-1
- IP Kamery budou značeny popisem IPX, kde X zastupuje číslo kamery

3.11 Návrh tras horizontální sekce

Rozvod kabelů horizontální sekce je řešen dle příloh č. 3 a 5. Všechny kabely této sekce jsou vedeny z rozvaděče DR-1. Většina rozvodů je umístěna do ohebných plastových chrániček průměru 32 a 40 mm a zasekána do zdí. Výjimku tvoří pouze rozvod části kabelů v prvním nadzemním podlaží, kde jsou kabely od přívodu do místnosti až po hranice zdí přivedeny v elektroinstalačních trubkách umístěných v podlaze a v kanceláři druhého nadzemního podlaží, kde je umístěn v levé části místnosti parapetní žlab Panduit PAN-WAYTM TYP-70. Pro přechod mezi podlažími v horizontální sekci vedení kabeláže je využito stoupačky.

Při plánování těchto rozvodů jsem dbal na to, aby byla dodržena maximální délka linky, tedy devadesát metrů.

3.11.1 Popis tras v jednotlivých podlažích

1NP

Od DR-1 umístěném v 3NP stoupačkou do 1NP, zde v úrovni podlahy skrz zeď, přejít do elektroinstalačních trubek umístěných v podlaze přes místnosti až na konec místností. Zde opět přechod do zdí a rozvod ve zdech dle dokumentace.

2NP

Od DR-1 umístěném v 3NP stoupačkou do 2NP, zde skrz zeď v požadované výšce, dále vedení ve zdi v plastových chráničkách až na konec místnosti vlevo. V tomto místě nastane větvení, přičemž do prodejní části budovy kabely pokračují ve zdech až k datovým zásuvkám. Druhá část od místa větvení skrz zeď do kanceláře, zde přechod do parapetního žlabu, který je veden po celé délce místnosti.

3NP

Od DR-1 skrz zeď, všechny rozvody tohoto podlaží vedeny v ohebných plastových chráničkách umístěných ve zdech dle přiloženého nákresu až k datovým zásuvkám.

3.12 Základní požadavky na realizaci

Požadavky na garance

- Materiálová garance – min 15 let.
- Garance instalační společnosti za funkčnost – min 5 let.

Požadavky na instalační společnost

- Instalaci může provádět pouze autorizovaná instalační společnost.
- Instalační společnost předloží živnostenský list k realizaci kabeláže, autorizační osvědčení pro montáž certifikované výrobcem garantované kabeláže.

Požadavky na technologii montáže

- Systém žlabů PAN-WAYTM instalovat dle montážního předpisu výrobce.
- Zachovat minimální poloměr ohybu kabelů.
- Připojení modulů MiniJackTM dle instalačního předpisu výrobce
- Celou síť řádně označit v souladu s normou EIA/TIA 606

3.13 Ekonomické zhodnocení

Ceny materiálů jsou aktuální ke dni 15. 5. 2013, ceny instalačních prací a projektu jsou stanoveny dle předchozí konzultace s odborníky pohybujícími se v oboru instalací a certifikací univerzální kabeláže.

3.13.1 Materiál a instalace

Tabulka č. 2: Materiál (Zdroj: vlastní zpracování)

Označení	Popis	MJ	Počet	Cena/ks	Cena celkem
1700E.U0305	UTP Cat.5 350 MHz – 4x2xAWG24 BP – drát	m	1248	12,24	15 275,52
CJ588BL	MiniJack Cat.5 UTP – černá	ks	84	120,00	10 080,00
CJ588RD	MiniJack Cat.5 UTP – červený	ks	72	120,00	8 640,00
CJ588YL	MiniJack Cat5 UTP - žlutý	ks	10	120,00	1 200,00
CJ588AWY	MiniJack Cat5 UTP – bílý	ks	12	120,00	1 440,00
CMBBL-X	Záslepka MiniCom – bílá	ks	42	13,20	554,40
3901A-B10 B	Rámeček ABB Tango – bílá	ks	42	18	756,00
LK 80X28/T	Krabice pod zásuvku – 28 mm	ks	42	22,80	957,60
6032 ECZ	Ocelová trubka – lakovaná	m	21	53,10	1 115,10
1240HFPP L25	Ohebná trubka se střední mechanickou odolností	m	214	36,20	7746,80
RSX-42-XD6	19“ otevřený stojan 42U	ks	1	5 365,10	5 365,10
CP24BLY	Modulární patch panel 1U 24p	ks	4	708,00	2 832,00
KR119 00-10	Osvětlovací jednotka zářivková	ks	1	1 308,00	1 308,00
KR900 20-64BL+VD	19“ horizontální napájecí jednotka 8x230V s přepětovou ochranou	ks	1	828,00	828,00
SMT1500	Záložní zdroj APC 2U	ks	1	15 004,00	15 004,00
KR900 00-00	Montážní sada M6	ks	16	5,40	86,40
T70BAW2	Kanál T70	m	5	258,00	1 290,00
T70CAW2	Víko pro kanály T70 a T702	m	5	140,40	702,00
T70ECAW	Koncovka pro T70	ks	1	108,00	108,00
T70BH2AW	Rámeček pro 2 MiniCom	ks	8	96,00	768,00
NK5EPC1YL	UTP Patch Cord Cat.5 1m žlutý	ks	10	46,80	468,00

NK5EPC1GR	UTP Patch Cord Cat.5 1m šedý	ks	72	46,80	3 369,60
NK5EPC1RD	UTP Patch Cord Cat.5 2m modrý	ks	4	56,40	225,60
NK5EPC1MY	UTP Patch Cord Cat.5 1m bílý	ks	10	46,80	468,00
Cena celkem					80 588,12

Tabulka č. 3: Instalace (Zdroj: vlastní zpracování)

Popis	Cena
Elektroinstalační práce – instalace úložného materiálu tras, průrazy, drážky, začištění	30 000,00
Instalace datového rozvaděče a příslušenství	5 000,00
Instalace kabelů horizontální sekce	15 000,00
Měření pro certifikaci – 100Kč/linka	8 400,00
Vedlejší náklady – cestovné, ubytování atd.	5 000,00
Cena Celkem	63 400,00

3.13.2 Projekt

Dle konzultace s odborníky cena projektu odpovídá 0,05 – 0,07 násobku celkové ceny realizace. V našem případě jsme tedy cenu za projekt stanovili na 10 000,00 Kč.

Tabulka č. 4: Celková cena realizace (Zdroj: vlastní zpracování)

Popis	Cena
Materiál	80 588,12
Instalace	63 400,00
Projekt	10 000,00
Cena celkem	153 988,12

Závěr

Veškerá technika, zejména pak ta výpočetní, proniká do každodenního života více a více. Její význam roste téměř ve všech odvětvích, zejména kvůli zjednodušení přenosu a sdílení informací. Právě informace, jejich kvalita, aktuálnost, dostupnost a také samozřejmě pravdivost jsou v dnešním světě velmi ceněným zbožím, které slouží k vytvoření mnoha důležitých rozhodnutí.

Pro jejich sběr používáme téměř všechny dostupné prostředky výpočetní techniky, na které pak dle důležitosti a spolehlivosti klademe určité nároky. Po stanovení těchto nároků se pak snažíme sestavit a vybrat všechny potřebné prostředky, abychom jich docílili. Stejně je tomu tak i v této práci.

Je v ní popsán návrh na realizaci univerzální kabeláže pro společnost JMC Trading, s. r. o., která se rozhodla rozšířit svoji působnost do dalšího z českých měst. Při návrhu byly vzaty v úvahu všechny požadavky investora, platné normy a také ekonomická stránka návrhu kabeláže.

Práce by měla sloužit zejména jako podklad pro výběr vhodného dodavatele instalace univerzální kabeláže v nově budovaných prostorách společnosti. Dokument bude předán vedení společnosti a dle jeho schválení bude vybrána společnost, která samotnou realizaci provede.

Seznam použitých zdrojů

100MEGA DISTRIBUTION: Dell poweredge. *100mega.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-09]. Dostupné z: http://eshop.100mega.cz/dell-poweredge-4820w-rozvadec-stojanovy-48u-perforovane-dvere-bocnice-800x1100-mm_d99461.html

ALIBABA. *Alibaba.com* [online]. 2013 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: http://www.alibaba.com/product-gs/872336776/CJ5E88TGYL_Panduit_cat5e_keystone_jack.html

BELDEN. *Belden 1U 24 Port Patch Panel* [online]. 2013 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: <http://hermanproav.com/product/15730/209/Belden-AX103260-1U-24-Port-HD-Patch-Panel>

BESTLINK NETWARE. RJ45. *Bestlinknetware.com* [online]. 2012 [cit. 2013-05-09]. Dostupné z: <http://www.bestlinknetware.com/Product/StoreDetail/10/12>

CONRAD. SETEC TO. *Conrad.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-09]. Dostupné z: <http://www.conrad.cz/setec-datova-zasuvka-cat-5-up-zasuvky.k973045>

DATOVÉ SÍTĚ. [online]. [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: <http://www.frantic.webovka.eu/Informatika/Datovesite.htm>

DOSTÁLEK, Libor. *Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS*. 3. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Computer Press, 2002. 542 s. ISBN 80-722-6675-6.

EARCHIV. Sedm vrstev ISO/OSI. *Earchiv.cz* [online]. 2011 [cit. 2012-12-05]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a96/a625k150.php3>

GREPNET. Optický internet. *Grepnet.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-12-05]. Dostupné z: <http://www.grepnet.cz/cs/sluzby/internet/opticky/>

HAGER: Hliníkový parapetní kanál. *Hager.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-09]. Dostupné z: <http://www.hager.cz/systemy-pro-ukladani-vedeni/kanaly-a-systemy-pro-ukladani-vedeni-a-montaz-pristroju/tehalit.bran/1403.htm>

HORÁK, Jaroslav. *Malá počítačová síť doma a ve firmě: podrobný průvodce začínajícího uživatele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. 183 s. ISBN 80-247-0582-6.

JORDÁN, Vilém. *Jak na to?: Profesionální datové komunikace, strukturované a multimediální komunikace*. Kroměříž: KASSEX, 2005.

IBDN SYSTEM 1200. *Belden.com* [online]. 2013 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: <http://belden.com/products/enterprisecabling/IBDN-System-1200.cfm>

ITEK. *Itek.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: <http://pc.itek.cz/metalicke-cat-5e-velka-balení/X9505001-Belden-BE-1583E-R305>

KASSEX. *Optické kabely* [online]. 2013 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: <http://www.kassex.cz/produkty/belden/opticke-kabely>

PATCH PANEL. *Excel-networking.com* [online]. 2013 [cit. 2013-05-09]. Dostupné z: <http://www.excel-networking.com/catalogue/copper/category-6/patch-panels/category-6-unscreened-right-angle-patch-panels/>

PUŽMANOVÁ, Rita. *Moderní komunikační sítě od A do Z*. 2. aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2006. 430 s. ISBN 80-251-1278-0.

SOSINSKY, Barrie. *Mistrovství – počítačové sítě*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2010, 840 s. Mistrovství (Computer Press). ISBN 978-80-251-3363-7.

TRULOVE, James. *Sítě LAN: hardware, instalace a zapojení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 384 s. ISBN 978-80-247-2098-2.

Seznam zkratek

ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i>
ISO	<i>International Standards Organization</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
MAN	<i>Metropolitan Area Network</i>
MM	<i>Multi Mode</i>
RJ45	<i>Registered Jack</i>
SM	<i>Single Mode</i>
STP	<i>Shielded Twisted Pair</i>
TC	<i>Telecommunications Closet</i>
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>
U	<i>Unit</i>
UPS	<i>Uninterrupted Power Supply</i>
UTP	<i>Unshielded Twisted Pair</i>
VoIP	<i>Voice over Internet Protocol</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>

Seznam obrázků

Obr. č. 1: 1. Nadzemní podlaží	15
Obr. č. 2: 2. Nadzemní podlaží	16
Obr. č. 3: 3. Nadzemní podlaží	17
Obr. č. 4: Fyzická topologie sítí.....	22
Obr. č. 5: Referenční model ISO/OSI.....	23
Obr. č. 6: Srovnání vrstev TPC/IP a ISO/OSI	25
Obr. č. 7: RJ45 Plug a Jack.....	27
Obr. č. 8: Optické vlákno.....	28
Obr. č. 9: Patch Panel 1U.....	32
Obr. č. 10: Datová zásuvka	33
Obr. č. 11: Datový rozvaděč uzavřený	34
Obr. č. 12: Parapetní žlab.....	35

Seznam tabulek

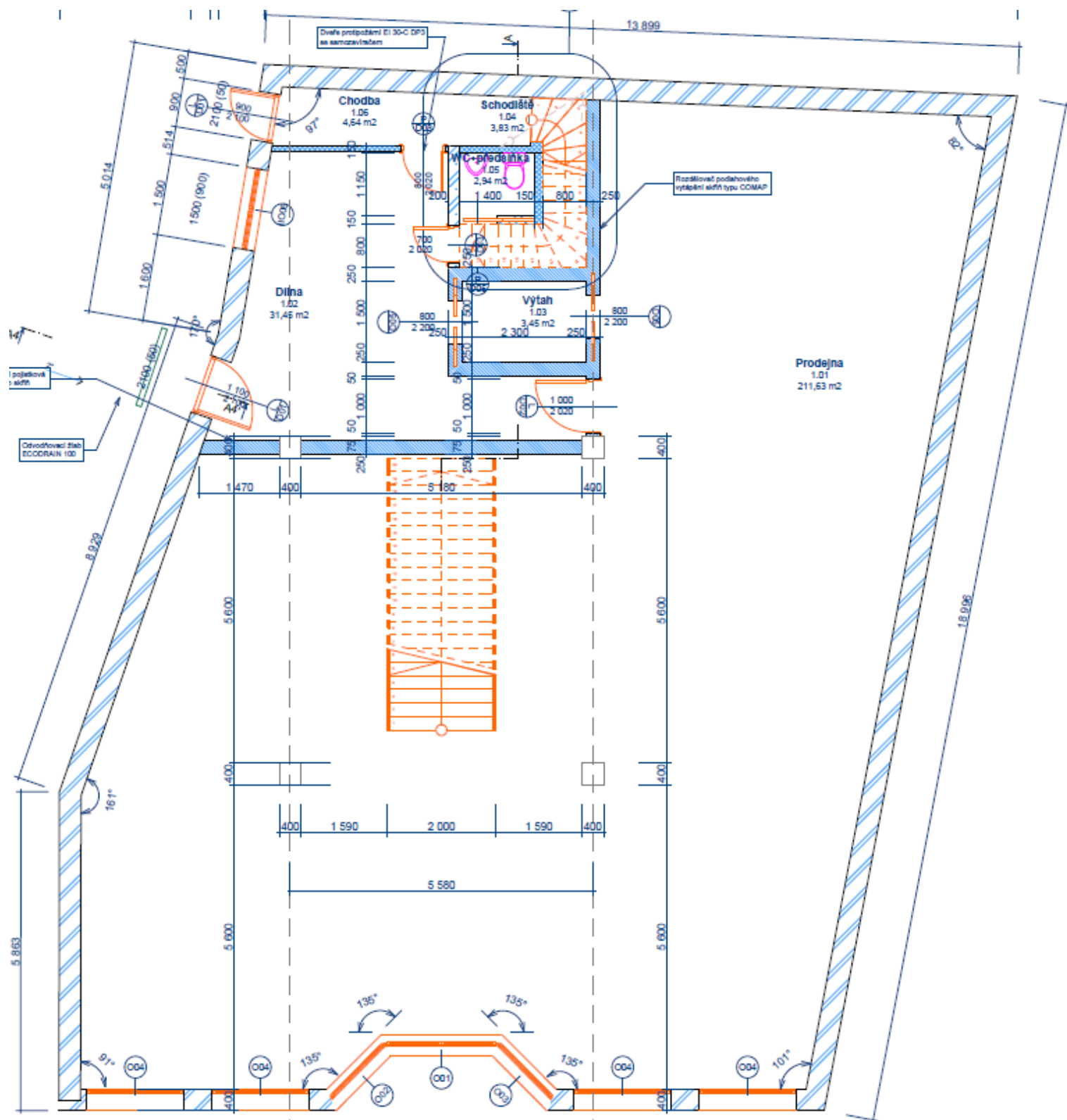
Tabulka č. 1: Třídy a kategorie kabeláže	30
Tabulka č. 2: Materiál	46
Tabulka č. 3: Instalace	47
Tabulka č. 4: Celková cena realizace.....	47

Seznam příloh

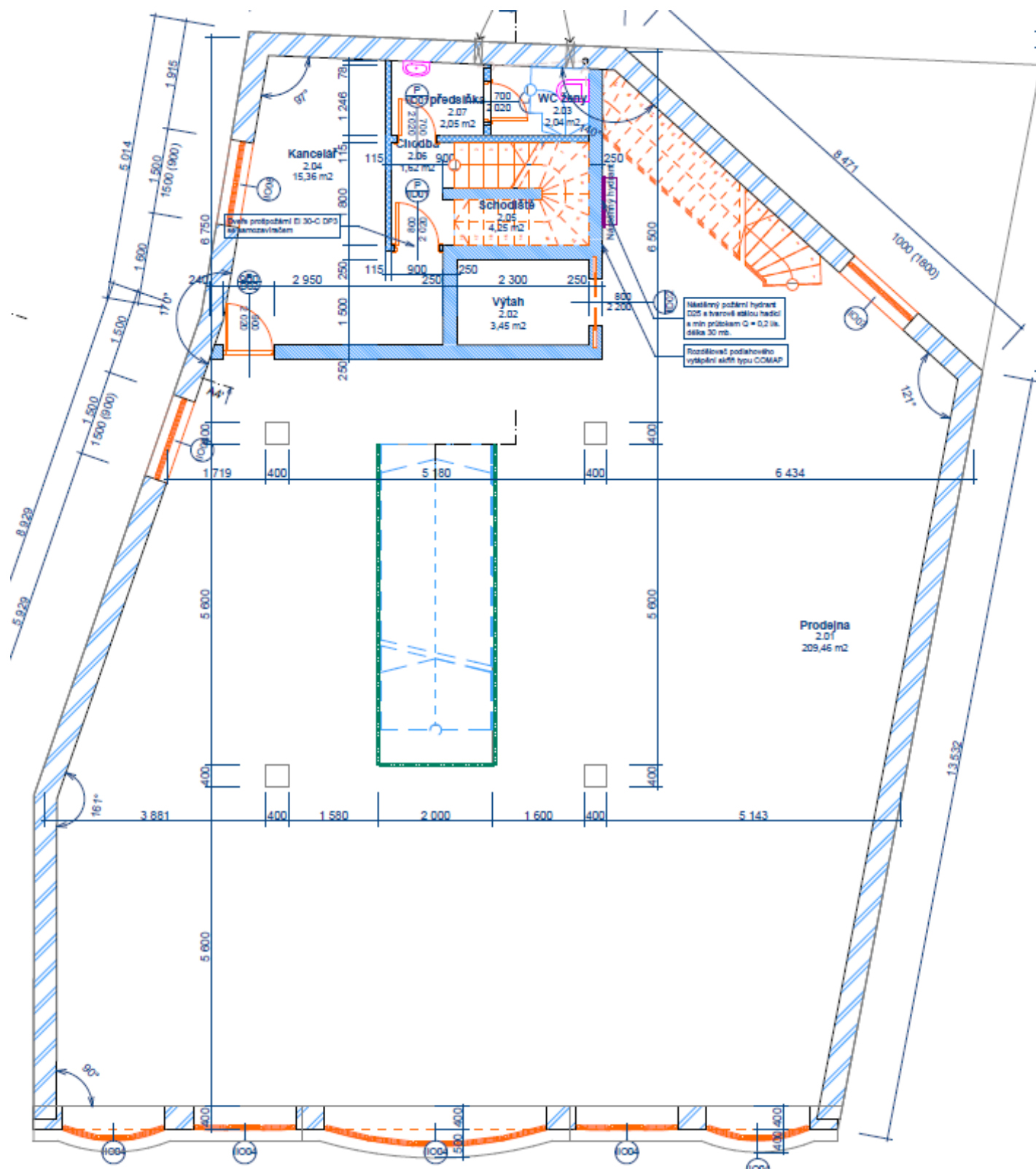
Příloha č. 1 – Půdorysy objektu	55
Příloha č. 2 – Schéma zapojení prvků v datovém rozvaděči	58
Příloha č. 3 - Kabelová tabulka.....	59
Příloha č. 4 – Schéma zapojení patch panelů.....	62
Příloha č. 5 – Nákres tras a rozmístění datových zásuvek.....	63

Příloha č. 1 – Půdorysy objektu

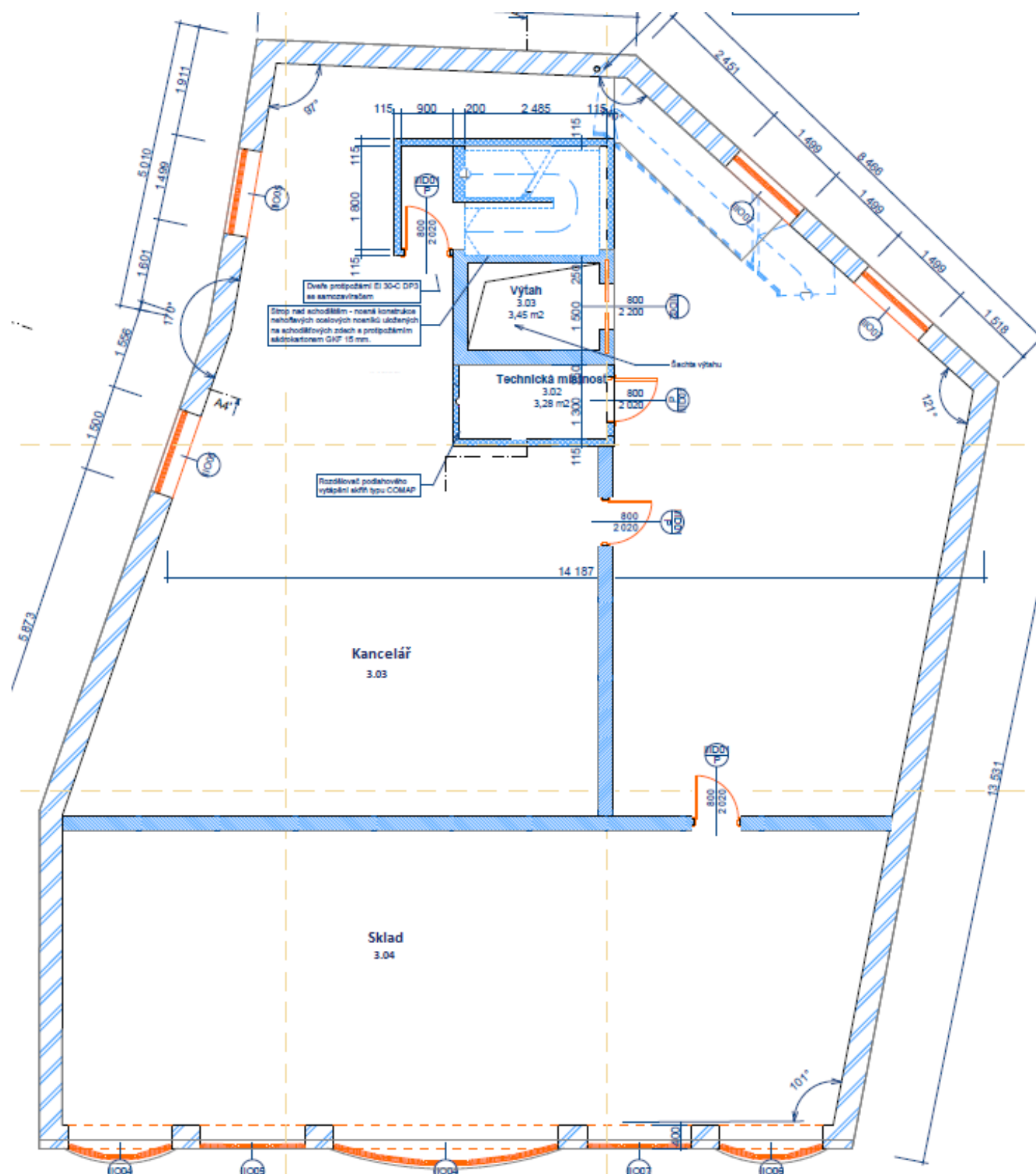
1. Nadzemní podlaží



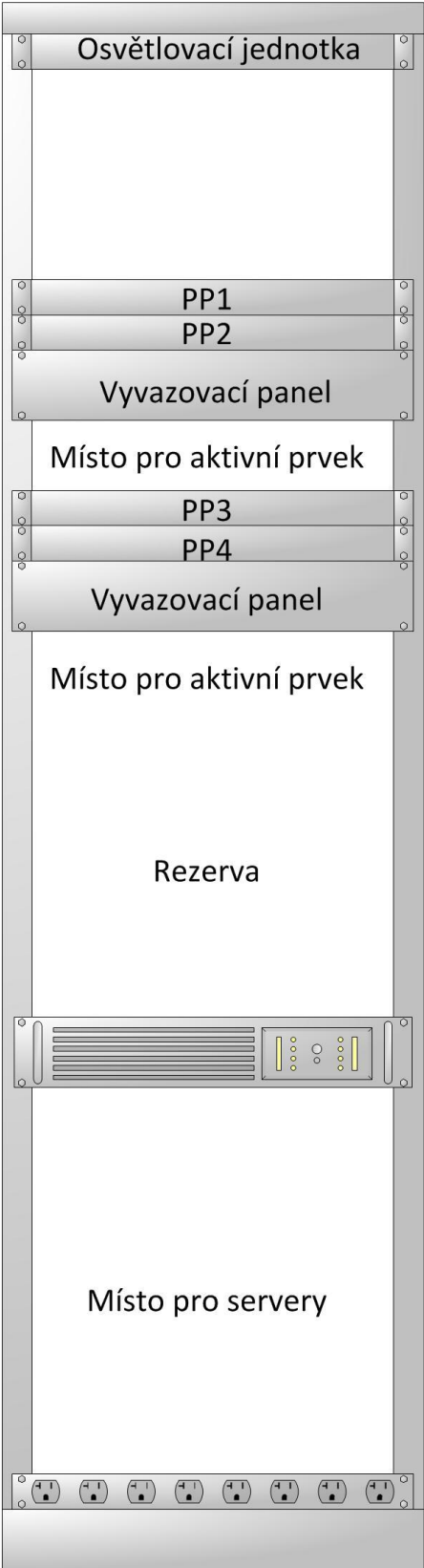
2. Nadzemní podlaží



3. Nadzemní podlaží



DR-1



Záložní zdroj

Napájecí jednotka

Příloha č. 3 - Kabelová tabulka

Linka	Datový rozvaděč	Patch panel			Datová zásuvka		Délka linky (m)
		Číslo panelu	Číslo portu	Označení portu	Číslo	port	
1-1-A	DR1	PP1	1	1A	1	A	14,3
1-1-B	DR1	PP1	2	1B	1	B	14,3
1-2-A	DR1	PP1	3	2A	2	A	14,2
1-2-B	DR1	PP1	4	2B	2	B	14,2
1-3-A	DR1	PP1	5	3A	3	A	14,1
1-3-B	DR1	PP1	6	3B	3	B	14,1
1-4-A	DR1	PP1	7	4A	4	A	14,0
1-4-B	DR1	PP1	8	4B	4	B	14,0
1-5-A	DR1	PP1	9	5A	5	A	14,0
1-5-B	DR1	PP1	10	5B	5	B	14,0
1-6-A	DR1	PP1	11	6A	6	A	14,1
1-6-B	DR1	PP1	12	6B	6	B	14,1
1-7-A	DR1	PP1	13	7A	7	A	24,0
1-7-B	DR1	PP1	14	7B	7	B	24,0
1-8-A	DR1	PP1	15	8A	8	A	12,2
1-8-B	DR1	PP1	16	8B	8	B	12,2
1-9-A	DR1	PP1	17	9A	9	A	12,1
1-9-B	DR1	PP1	18	9B	9	B	12,1
1-10-A	DR1	PP1	19	10A	10	A	23,8
1-10-B	DR1	PP1	20	10B	10	B	23,8
2-11-A	DR1	PP1	21	11A	11	A	6,3
2-11-B	DR1	PP1	22	11B	11	B	6,3
2-12-A	DR1	PP1	23	12A	12	A	33,8
2-12-B	DR1	PP1	24	12B	12	B	33,8
2-13-A	DR1	PP2	1	13A	13	A	20,8

2-13-B	DR1	PP2	2	13B	13	B	20,8
2-14-A	DR1	PP2	3	14A	14	A	11,8
2-14-B	DR1	PP2	4	14B	14	B	11,8
2-15-A	DR1	PP2	5	15A	15	A	11,6
2-15-B	DR1	PP2	6	15B	15	B	11,6
2-16-A	DR1	PP2	7	16A	16	A	11,3
2-16-B	DR1	PP2	8	16B	16	B	11,3
2-17-A	DR1	PP2	9	17A	17	A	11,2
2-17-B	DR1	PP2	10	17B	17	B	11,2
2-18-A	DR1	PP2	11	18A	18	A	11,1
2-18-B	DR1	PP2	12	18B	18	B	11,1
2-19-A	DR1	PP2	13	19A	19	A	11,0
2-19-B	DR1	PP2	14	19B	19	B	11,0
2-20-A	DR1	PP2	15	20A	20	A	10,9
2-20-B	DR1	PP2	16	20B	20	B	10,9
2-21-A	DR1	PP2	17	21A	21	A	10,8
2-21-B	DR1	PP2	18	21B	21	B	10,8
2-22-A	DR1	PP2	19	22A	22	A	10,7
2-22-B	DR1	PP2	20	22B	22	B	10,7
3-23-A	DR1	PP2	21	23A	23	A	15,3
3-23-B	DR1	PP2	22	23B	23	B	15,3
3-24-A	DR1	PP2	23	24A	24	A	15,4
3-24-B	DR1	PP2	24	24B	24	B	15,4
3-25-A	DR1	PP3	1	25A	25	A	15,8
3-25-B	DR1	PP3	2	25B	25	B	15,8
3-26-A	DR1	PP3	3	26A	26	A	15,9
3-26-B	DR1	PP3	4	26B	26	B	15,9
3-27-A	DR1	PP3	5	27A	27	A	1,5
3-27-B	DR1	PP3	6	27B	27	B	1,5
3-28-A	DR1	PP3	7	28A	28	A	1,6
3-28-B	DR1	PP3	8	28B	28	B	1,6

3-29-A	DR1	PP3	9	29A	29	A	5
3-29-B	DR1	PP3	10	29B	29	B	5
3-30-A	DR1	PP3	11	30A	30	A	5
3-30-B	DR1	PP3	12	30B	30	B	5
3-31-A	DR1	PP3	13	31A	31	A	9,6
3-31-B	DR1	PP3	14	31B	31	B	9,6
3-32-A	DR1	PP3	15	32A	32	A	9,7
3-32-B	DR1	PP3	16	32B	32	B	9,7
3-33-A	DR1	PP3	17	33A	33	A	13,2
3-33-B	DR1	PP3	18	33B	33	B	13,2
3-34-A	DR1	PP3	19	34A	34	A	13,3
3-34-B	DR1	PP3	20	34B	34	B	13,3
3-35-A	DR1	PP3	21	35A	35	A	18,3
3-35-B	DR1	PP3	22	35B	35	B	18,3
3-36-A	DR1	PP3	23	36A	36	A	18,4
3-36-B	DR1	PP3	24	36B	36	B	18,4
3-37-A	DR1	PP4	1	37A	37	A	21,5
3-37-B	DR1	PP4	2	37B	37	B	21,5
3-38-A	DR1	PP4	3	38A	38	A	21,6
3-38-B	DR1	PP4	4	38B	38	B	21,6
3-39-A	DR1	PP4	5	39A	39	A	24,6
3-39-B	DR1	PP4	6	39B	39	B	24,6
3-40-A	DR1	PP4	7	40A	40	A	24,7
3-40-B	DR1	PP4	8	40B	40	B	24,7
3-41-A	DR1	PP4	9	41A	41	A	27,7
3-41-B	DR1	PP4	10	41B	41	B	27,7
3-42-A	DR1	PP4	11	42A	42	A	27,8
3-42-B	DR1	PP4	12	42B	42	B	27,8

Příloha č. 4 – Schéma zapojení patch panelů

DR-1_PP1																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B	11A	11B	12A	12B







DR-1_PP2																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
13A	13B	14A	14B	15A	15B	16A	16B	17A	17B	18A	18B	19A	19B	20A	20B	21A	21B	22A	22B	23A	23B	24A	24B

DR-1_PP3																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25A	25B	26A	26B	27A	27B	28A	28B	29A	29B	30A	30B	31A	31B	32A	32B	33A	33B	34A	34B	35A	35B	36A	36B

[illegible]

Příloha č. 5 – Náskres tras a rozmístění datových zásuvek

Legenda zakreslení tras

	Vedení kabelu v parapetním žlabu
	Vedení kabelu ve zdi
	Vedení kabelu v podlaze
	Datová zásuvka a její číslo
	Stoupačka
	Průchod kabelů skrz zeď

